

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 1998年 5月22日

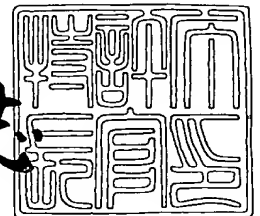
出 願 番 号
Application Number: 平成10年特許願第140684号

出 願 人
Applicant (s): セイコーエプソン株式会社

1998年12月25日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3102362

【書類名】 特許願

【整理番号】 61088

【提出日】 平成10年 5月22日

【あて先】 特許庁長官

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 島田 勝人

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100101236

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 浩之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9806571



特平 10-140684

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成する弾性膜と、該弾性膜上に設けられた下電極と、該下電極上に形成された圧電体層と、該圧電体層の表面に形成された上電極とを備え、前記圧力発生室に対応する領域に圧電振動子を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記上電極は、少なくとも前記圧電振動子をパターンニング前に圧縮応力を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記上電極は、前記圧電振動子をパターンニング後に圧縮応力を有していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記上電極の主成分は、Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru及びReからなる群から選択される金属であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 請求項3において、前記上電極は、スパッタ法で形成され、且つ前記金属中に所定のガスが添加されることにより圧縮応力となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 請求項4において、前記ガスは、He、Ne、Ar、Kr、Xe及びRnの群から選択される不活性ガスであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 請求項3において、前記上電極は、前記金属に、異なる成分の金属、半金属、半導体及び絶縁体からなる群から選択される少なくとも一種の添加物が添加されることにより圧縮応力となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 請求項6において、前記添加物が、イオン打ち込みにより前記上電極に添加されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 請求項6において、前記添加物が、前記上電極上に設けられた層からの固相拡散により前記上電極に添加されることを特徴とするインクジェ

ット式記録ヘッド。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記固相拡散は、不活性ガス又は真空中で加熱することにより行われることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 請求項 1 又は 2 において、前記上電極は、前記圧電体層の表面に形成される第 1 の電極と、この第 1 の電極上に積層される第 2 の電極とを有し、前記第 2 の電極は、導電性の酸化膜又は窒化膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 11】 請求項 10 において、前記第 1 の電極の主成分が、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru 及び Re からなる群から選択される金属であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 12】 請求項 10 又は 11 において、前記第 2 の電極を構成する酸化膜の主成分が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデンからなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 13】 請求項 10 又は 11 において、前記第 2 の電極を構成する窒化膜の主成分が、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タンゲステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウムからなる群から選択されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 14】 請求項 10 又は 11 において、前記第 2 の電極は、成膜後に酸化又は窒化することにより形成されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 15】 請求項 1 又は 2 において、前記上電極の主成分が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデンからなる群から選択される導電性酸化膜であることを特徴とするインク

ジェット式記録ヘッド。

【請求項 16】 請求項 1 又は 2 において、前記上電極の主成分が、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウムからなる群から選択される導電性窒化膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 17】 請求項 1～16 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 18】 請求項 1～17 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弾性膜で構成し、この弾性膜の表面に圧電体層を形成して、圧電体層の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弾性膜で構成し、この弾性膜を圧電振動子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電振動子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電振動子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電振動子を使用したものの 2 種類が実用化されている。

【0003】

前者は圧電振動子の端面を弾性膜に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電振動子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困

難な工程や、切り分けられた圧電振動子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で弾性膜に圧電振動子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、弾性膜の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電振動子を形成したものが提案されている。

【0006】

これによれば圧電振動子を弾性膜に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電振動子を作り付けることができるばかりでなく、圧電振動子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した薄膜技術およびリソグラフィ法による製造方法では、薄膜のパターニング後に圧力発生室を形成するが、その際、上電極及び圧電体層の内部応力緩和の影響により、振動板が圧力発生室側に撓んでしまい、この撓みが振動板の初期変形として残留してしまうという問題がある。特に、下電極をオーバーエッチングした構造の場合には、撓み量が大きく、圧電体能動部の駆動による振動板の変形量が計算上の値よりも小さくなってしまう。これは、上電極及び圧電体層（及び下電極）の引張方向の内部応力緩和の影響で振動板が撓むことにより、弾性領域を越えて塑性変形領域に達しているためであると考えられる。

【0008】

本発明はこのような事情に鑑み、振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成する弾性膜と、該弾性膜上に設けられた下電極と、該下電極上に形成された圧電体層と、該圧電体層の表面に形成された上電極とを備え、前記圧力発生室に対応する領域に圧電振動子を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記上電極は、少なくとも前記圧電振動子をパターニング前に圧縮応力を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0010】

かかる第1の態様では、圧力発生室を形成する際に、弾性膜及び下電極からなる振動板が上電極から引張方向の応力を受けて、下方に変形されるのが防止される。

【0011】

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記上電極は、前記圧電振動子をパターニング後に圧縮応力を有していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0012】

かかる第2の態様では、圧力発生室を形成する際に、弾性膜及び下電極からなる振動板が上電極から確実に引張応力を受けることができる。

【0013】

本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記上電極の主成分は、Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru及びReからなる群から選択される金属であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0014】

かかる第3の態様では、上電極を金属で形成することにより、圧縮応力とすることができる。

【0015】

本発明の第4の態様は、第3の態様において、前記上電極は、スパッタ法で形成され、且つ前記金属中に所定のガスが添加されることにより圧縮応力となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0016】

かかる第4の態様では、製造工程を増やすことなく容易に上電極に圧縮応力を付与することができる。

【0017】

本発明の第5の態様は、第4の態様において、前記ガスは、He、Ne、Ar、Kr、Xe及びRnの群から選択される不活性ガスであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0018】

かかる第5の態様では、ガスが上電極と反応することなく上電極に圧縮応力を付与することができる。

【0019】

本発明の第6の態様は、第3の態様において、前記上電極は、前記金属に、異なる成分の金属、半金属、半導体及び絶縁体からなる群から選択される少なくとも一種の添加物が添加されることにより圧縮応力となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0020】

かかる第6の態様では、上電極に、より強い圧縮応力を付与することができる。

【0021】

本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記添加物が、イオン打ち込みにより前記上電極に添加されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0022】

かかる第7の態様では、上電極の上層側により多くの添加物が添加されるため、上層側がより強い圧縮応力となる。

【0023】

本発明の第 8 の態様は、第 6 の態様において、前記添加物が、前記上電極上に設けられた層からの固相拡散により前記上電極に添加されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0024】

かかる第 8 の態様では、上電極の上層側により多くの添加物が添加されるため、上層側がより強い圧縮応力となる。

【0025】

本発明の第 9 の態様は、第 8 の態様において、前記固相拡散は、不活性ガス又は真空下で加熱することにより行われることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0026】

かかる第 9 の態様では、不活性ガス又は真空下で加熱することにより、比較的容易に固相拡散を実行することができる。

【0027】

本発明の第 10 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記上電極は、前記圧電体層の表面に形成される第 1 の電極と、この第 1 の電極上に積層される第 2 の電極とを有し、前記第 2 の電極は、導電性の酸化膜又は窒化膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0028】

かかる第 10 の態様では、上電極の上層が下層より強い圧縮応力を有する酸化膜で構成され、圧力発生室を形成する際、弾性膜及び下電極からなる振動板が効果的に上方に変形される。

【0029】

本発明の第 11 の態様は、第 10 の態様において、前記第 1 の電極の主成分が、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru 及び Re からなる群から選択される金属であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0030】

かかる第 11 の態様では、第 1 の電極を金属で形成することにより、圧縮応力とすることができる。

【0031】

本発明の第12の態様は、第10又は11の態様において、前記第2の電極を構成する酸化膜の主成分が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデンからなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0032】

かかる第12の態様では、上電極の上層を酸化膜で形成することにより、下層より強い圧縮応力とすることができ、圧力発生室を形成する際、弾性膜及び下電極からなる振動板の下方への変形を効果的に防止することができる。

【0033】

本発明の第13の態様は、第10又は11の態様において、前記第2の電極を構成する窒化膜の主成分が、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タンゲステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウムからなる群から選択されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0034】

かかる第13の態様では、上電極の上層を窒化膜で形成することにより、下層より強い圧縮応力とすることができ、圧力発生室を形成する際、弾性膜及び下電極からなる振動板の下方への変形を効果的に防止することができる。

【0035】

本発明の第14の態様は、第10又は11の態様において、前記第2の電極は、成膜後に酸化又は窒化することにより形成されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0036】

かかる第14の態様では、比較的容易に酸化膜又は窒化膜を形成することができる。

【0037】

本発明の第 15 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記上電極の主成分が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデンからなる群から選択される導電性酸化膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0038】

かかる第 15 の態様では、上電極を導電性酸化膜によって形成することにより、より強い圧縮応力とすることができる。

【0039】

本発明の第 16 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記上電極の主成分が、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウムからなる群から選択される導電性窒化膜であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0040】

かかる第 16 の態様では、上電極を導電性窒化膜によって形成することにより、より強い圧縮応力とすることができる。

【0041】

本発明の第 17 の態様は、第 1 ～ 16 の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0042】

かかる第 17 の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0043】

本発明の第 18 の態様は、第 1 ～ 17 の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0044】

かかる第18の態様では、ヘッドのインク吐出性能を向上したインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0045】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0046】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、平面図及びその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0047】

図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 μ m程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 μ m程度、より望ましくは220 μ m程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0048】

流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ0.1～2 μ mの弾性膜50が形成されている。

【0049】

一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

【0050】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレ-

トと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0051】

本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0052】

一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0053】

ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 μ mの溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0054】

また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0055】

封止板 20 は、前述の各圧力発生室 12 に対応したインク供給連通口 21 が穿設された、厚さが例えば、0.1~1 mm で、線膨張係数が 300℃以下で、例えば $2.5 \sim 4.5 [\times 10^{-6} / ^\circ\text{C}]$ であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口 21 は、図 3 (a), (b) に示すように、各圧力発生室 12 のインク供給側端部の近傍を横断する一つのスリット孔 21A でも、あるいは複数のスリット孔 21B であってもよい。封止板 20 は、一方の面で流路形成基板 10 の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板 20 は、他面で共通インク室 31 の一壁面を構成する。

【0056】

共通インク室形成基板 30 は、共通インク室 31 の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板 30 の厚さは、0.2 mm としている。

【0057】

インク室側板 40 は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室 31 の一壁面を構成するものである。また、インク室側板 40 には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部 40a を形成することにより薄肉壁 41 が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口 42 が打抜き形成されている。なお、薄肉壁 41 は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口 11 と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室 12 に、共通インク室 31 を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口 42 と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板 40 を 0.2 mm とし、その一部を厚さ 0.02 mm の薄肉壁 41 としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁 41 の形成を省略するために、インク室側板 40 の厚さを初めから 0.02 mm としてもよい。

【0058】

一方、流路形成基板 10 の開口面とは反対側の弾性膜 50 の上には、厚さが例えば、約 0.5 μm の下電極膜 60 と、厚さが例えば、約 1 μm の圧電体膜 70

と、厚さが例えば、約 $0.1 \mu\text{m}$ の上電極膜 80 とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電振動子（圧電素子）300 を構成している。ここで、圧電振動子 300 は、下電極膜 60、圧電体膜 70、及び上電極膜 80 を含む部分をいう。一般的には、圧電振動子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜 70 を各圧力発生室 12 毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部 320 という。本実施形態では、下電極膜 60 は圧電振動子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 を圧電振動子 300 の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。なお、上述した例では、弾性膜 50 及び下電極膜 60 が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0059】

ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板 10 上に、圧電体膜 70 等を形成するプロセスを図 4 を参照しながら説明する。

【0060】

図 4 (a) に示すように、まず、流路形成基板 10 となるシリコン単結晶基板のウェハを約 1100°C の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜 50 を形成する。

【0061】

次に、図 4 (b) に示すように、スパッタリング法で下電極膜 60 を形成する。下電極膜 60 の材料としては、Pt 等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体膜 70 は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で $600 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜 60 の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜 70 として PZT を用いた場合には、PbO の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から Pt が好適である。

【0062】

次に、図4(c)に示すように、圧電体膜70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリング法を用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾル-ゲル法を用いて形成した。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0063】

次に、図4(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、圧縮応力を有し、また導電性の高い材料で形成するのが好ましく、例えば、Pt, Pd, Ir, Os, Ru及びReの何れかの金属が好適である。また、本実施形態では、上電極膜80を所定のガス中、例えば、ガス圧1Pa以下でスパッタリング法によって成膜することにより、上電極膜80中にそのガスを取り込んでいる。これにより、上電極膜80には、さらに大きな圧縮応力が付与される。この上電極膜80中に取り込むガスとしては、不活性ガスであることが好ましく、例えば、He, Ne, Ar, Kr, Xe又はRnが好適である。なお、スパッタリングの際のガス圧等の諸条件は、スパッタ装置及び材料等によって、適宜調整すればよい。

【0064】

次に、図5に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80をパターンニングする。

【0065】

まず、図5(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80を一緒にエッチングして下電極膜60の全体パターンをパターンニングする。次いで、図5(b)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体能動部320のパターンニングを行う。

【0066】

本実施形態では、その後、圧力発生室12をエッチングにより形成するが、こ

のときの圧電体能動部 320 が受ける応力の状態を以下に説明する。なお、図 6 は、圧力発生室 12 をエッチングにより形成前後の各層が受ける応力の状態を模式的に示した図である。

【0067】

図 6 (a) に示すように、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 の各層を成膜した状態では、圧電体膜 70 及び下電極膜 60 は、それぞれ流路形成基板 10 から引張応力 σ_1 、 σ_2 を受け、弾性膜 50 及び上電極膜 80 は、それぞれ圧縮応力 σ_3 、 σ_4 を受けている。そして、図 6 (b) に示すように、圧電体能動部 320 をパターンニングすると、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 の応力 σ_1 、 σ_4 の一部が開放される。次に、図 6 (c) に示すように、圧電体能動部 320 の下方に圧力発生室 12 を形成しても、圧電体膜 70 と上電極膜 80 との流路形成基板 10 から受ける応力の向きが逆であるため、圧電体膜 70 の引張応力 σ_1 が開放される力と上電極膜 80 の圧縮応力 σ_4 が開放される力が釣り合っていると、下電極膜 60 及び弾性膜 50 からなる振動板の撓みはほとんど発生しない。

【0068】

なお、上電極膜 80 の内部応力を圧縮応力としない場合には、図 7 (a) に示すように、圧力発生室 12 形成前に、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 にはそれぞれ引張応力 σ_1 、 σ_4 が残留しているので、圧力発生室 12 を形成すると、図 7 (b) に示すように、引張応力 σ_1 、 σ_4 は開放され収縮しようとする力となり、結果的に、下電極膜 60 及び弾性膜 50 からなる振動板は、下に凸に変形され、これが初期変形として残留する。

【0069】

このように、本実施形態では、少なくとも成膜した状態での上電極膜 80 に圧縮応力を付与することにより、圧電体能動部 320 をパターンニング及び圧力発生室 12 形成後に上電極膜 80 が引張方向の応力を受ける（圧縮応力が開放される）ため、圧電体層 70 の圧縮方向の応力を相殺することにより、圧力発生室 12 形成による振動板の変形を低減または無くすることができる。

【0070】

以上の説明では、圧電体能動部 320 をパターンニングした後、圧力発生室 12

を形成するようにしたが、実際には、図2に示すように、各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70および下電極膜60の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90を形成し、さらに、絶縁体層90の各圧電体能動部320の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部にはリード電極100と接続するために上電極膜80の一部を露出させるコンタクトホール90aを形成し、このコンタクトホール90aを介して各上電極膜80に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びるリード電極100を形成するようにしてもよい。ここで、リード電極100は、駆動信号を上電極膜80に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成するのが好ましい。なお、本実施形態では、コンタクトホール90aは、圧力発生室12に対向する位置に設けられているが、圧電体能動部320を圧力発生室12の周壁に対向する領域まで延設し、圧力発生室12の周壁に対向する位置にコンタクトホール90aを設けてもよい。

【0071】

また、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0072】

このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0073】

ここで、本実施形態の圧電振動子の駆動時の振動板に加わる力と弾性変形量との関係を図8(a)に示す。図示のように、本実施形態では、初期段階で、振動

板に変形がないので、駆動時に発生する力 F に対する変形 T が弾性変形域で生じることになる。一方、図 8 (b) に示すように、初期に加わった力 f_5 により、初期変形 t が生じている場合には、駆動時に力 F が加ると、塑性変形領域に入ってしまうので、対応する変形 T は得られずに変形 T' が生じることになり、 $(T - T')$ が変形の損失となる。

【0074】

上述のように、本実施形態では、上電極膜 80 に圧縮応力を付与して、圧電体膜 70 の引張応力緩和による撓みを上電極膜 80 の圧縮応力緩和により打ち消し、振動板の初期撓み量を低減している。したがって、振動板は、圧電体能動部 320 の駆動によっても塑性変形領域に入ることがなく、実質的に変形量を向上することができる。

【0075】

なお、本実施形態では、上電極膜 80 中に不活性ガスを取り込むことにより、上電極膜 80 にさらに大きな圧縮応力を付与するようにしたが、これに限定されるわけではない。上電極膜 80 は、基本的には圧縮応力となっているので、不活性ガスを取り込まなくてもよいことは言うまでもない。

【0076】

(実施形態 2)

本実施形態は、上電極膜 80 に、不活性ガスの代わりに、上電極膜 80 の金属とは異なる成分の金属、半金属、半導体又は絶縁体等の添加物を添加することによって、上電極膜 80 を圧縮応力とした以外は実施形態 1 と同様である。

【0077】

これらの添加物の添加方法としては、例えば、図 9 (a) に示すように、上電極膜 80 を形成後、上電極膜 80 の上方からのイオン打ち込みによって、添加物を上電極膜 80 に添加することができる。

【0078】

また、例えば、図 10 (a) に示すように、上電極膜 80 上に、上電極膜 80 に添加される添加物層 85 を形成し、次いで、不活性ガス又は真空中で加熱処理することにより添加物層 85 の成分元素を上電極膜 80 に固相拡散させることに

より、上電極膜 80 に添加物を添加することができる。

【0079】

このように、イオン打ち込み又は固相拡散によって上電極膜 80 に添加物を添加した場合には、図 9 (b) 又は図 10 (b) に示すように、上電極膜 80 の上層部 81 に添加物が多く添加されるため、上電極膜 80 の上層部 81 が特に強い圧縮応力となる。

【0080】

このように、上電極膜 80 に、上電極膜 80 の金属とは異なる金属等の添加物を添加することにより、上電極膜 80 は体積が膨張することによって圧縮応力となる。したがって、実施形態 1 と同様に、振動板の初期変形を低減することができる。また、本実施形態では、上電極膜 80 の上層部が特に強い圧縮応力となっているため、圧力発生室 12 を形成した場合には、振動板の下方への変形を防止するのに効果的である。

【0081】

(実施形態 3)

図 11 は、実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面である。

【0082】

本実施形態は、図 11 に示すように、上電極膜 80 A を圧電体膜 70 に接する第 1 の電極膜 82 とその上に積層される第 2 の電極膜 83 とで構成した例である。

【0083】

本実施形態の上電極膜 80 A を構成する第 1 の電極膜 82 は、実施形態 1 と同様、Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru 及び Re の何れかの金属で形成され、圧縮応力を有している。また、第 2 の電極膜 83 は、第 1 の電極膜 82 よりも強い圧縮応力を有することが好ましく、例えば、酸化ルテニウム、酸化インジウム、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム又は酸化モリブデン等の導電性の酸化

膜、あるいは、例えば、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム又は窒化バナジウム等の導電性の窒化膜で形成されている。

【0084】

このような本実施形態の上電極膜 80A の形成方法は、特に限定されないが、本実施形態では、以下の方法で形成した。

【0085】

実施形態 1 の薄膜製造工程と同様に、流路形成基板 10 上に、下電極膜 60 及び圧電体膜 70 を成膜後、まず上電極膜 80A を構成する第 1 の電極膜 82 を成膜し、次いで、第 1 の電極膜 82 上に、第 1 の電極膜 82 とは異なる主成分を有する第 2 の電極膜 83 を形成する。ここで、第 2 の電極膜 83 は、好ましくは導電性酸化膜又は導電性窒化膜からなるが、これらは、直接、酸化膜又は窒化膜を形成してもよいが、成膜した後、酸化又は窒化して形成してもよい。

【0086】

その後、上述の製造工程と同様に、圧電体駆動部 320 及び圧力発生室 12 を形成する。

【0087】

上電極膜 80A をこのような構成としても、上述の実施形態 1 と同様に、振動板の変形量を向上することができる。また、上電極膜 80A を圧縮応力を有する二層で構成し、上層を導電性の酸化膜又は窒化膜等で構成することにより、下層よりも強い圧縮応力としたので、実施形態 2 と同様に、圧力発生室 12 を形成した場合には、振動板の下方への変形を効果的に防止することができる。

【0088】

なお、本実施形態では、上電極膜 80A を二層で構成しているが、例えば、第 1 の電極膜 82 を設けず、導電性酸化膜又は導電性窒化膜で形成される第 2 の電極膜 83 のみで構成するようにしてもよい。このような構成においても、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0089】

(他の実施形態)

以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0090】

例えば、図12に示すように、圧力発生室12の幅方向両側に対向した領域である圧電体駆動部320の両側のいわゆる振動板腕部に相当する部分に、下電極膜60を除去した下電極膜除去部350を設け、圧電体駆動部320への電圧印加による変位量の向上を図ってもよい。この下電極膜除去部350は、下電極膜60を完全に除去せずに、厚さ方向の一部をハーフエッチング等により除去することにより形成してもよく、また、弾性膜50の厚さ方向の一部まで除去することにより形成してもよい。

【0091】

このように、下電極膜除去部350を設けた場合には、振動板の初期変形が大きくなるため、上電極膜80を圧縮応力とすることは、振動板の初期変形の低減に特に効果的である。

【0092】

また、例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0093】

また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板10の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0094】

このように構成した実施形態の分解斜視図を図13、その流路の断面を図14にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電振動子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0095】

なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材

とし、インク室側板 40 に開口 40b を形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0096】

ここで、この実施形態においても、上述した実施形態と同様に、上電極膜の内部応力を圧縮応力とすることにより、弾性膜の圧電体能動部の駆動による変形量を実質的に増加することができる。

【0097】

また、勿論、共通インク室を流路形成基板内に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【0098】

また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【0099】

また、圧電振動子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けずに、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0100】

このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0101】

また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図 15 は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0102】

図15に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0103】

そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0104】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、上電極膜は、圧縮応力を有する材料で形成されているため、圧電体駆動部をパターンニングし圧力発生室を形成すると、引張方向の力を受ける。これにより、圧電体膜あるいは下電極膜が受ける圧縮方向の力による撓み変形が打ち消される。したがって、圧力発生室を形成する際に起こる振動板の初期変形が低減又は解消され、圧電体駆動部の駆動による振動板の変形量の向上を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】

本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】

図 1 の封止板の変形例を示す図である。

【図 4】

本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 5】

本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 6】

本実施形態の圧電体駆動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図 7】

従来の圧電体駆動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図 8】

圧電振動子の駆動時に、振動板に加わる力と弾性変形量との関係を示すグラフである。

【図 9】

本発明の実施形態 2 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 10】

本発明の実施形態 2 の薄膜製造工程の他の例を示す図である。

【図 11】

本発明の実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図 12】

本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図 13】

本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図である。

【図 14】

本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図 15】

本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

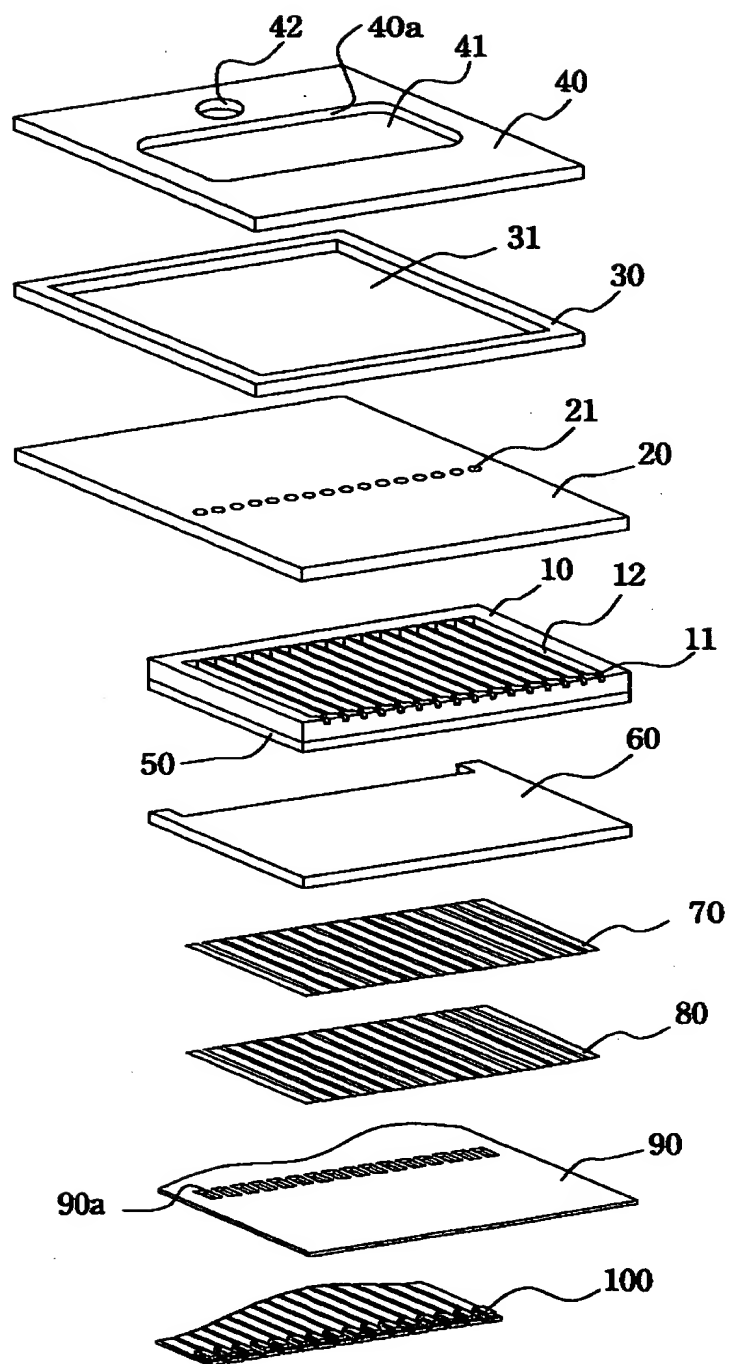
【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 50 弾性膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80, 80A 上電極膜
- 90 絶縁体層
- 100 リード電極
- 300 圧電振動子
- 320 圧電体能動部
- 350 下電極膜除去部

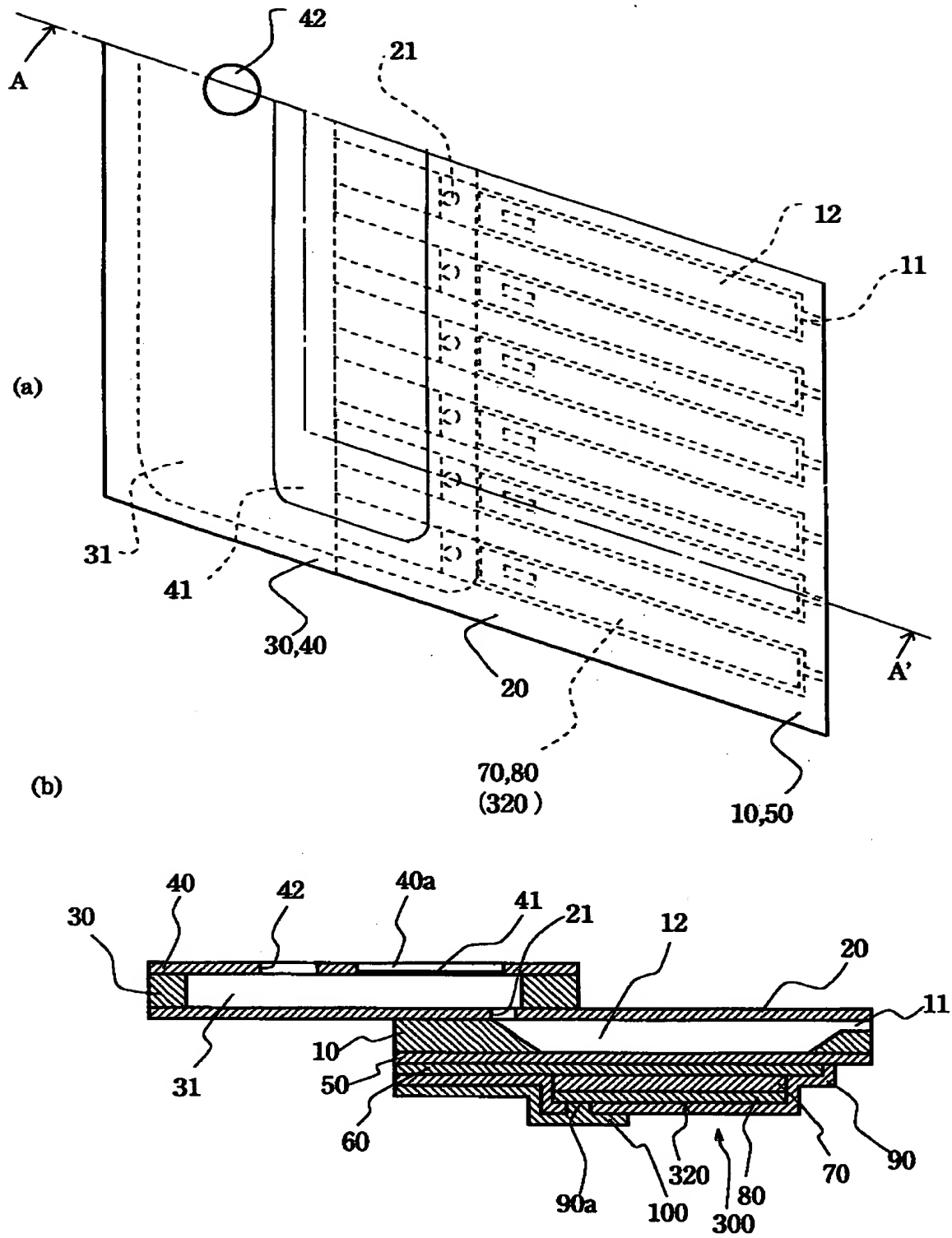
【書類名】

図面

【図 1】

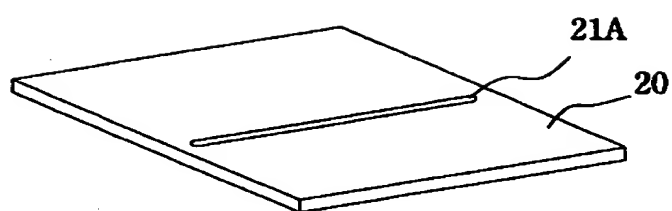


【図 2】

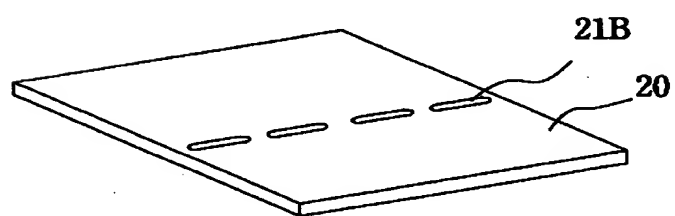


【図 3】

(a)

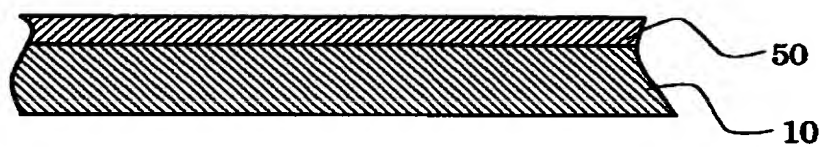


(b)

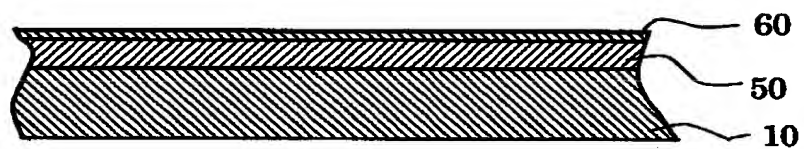


【図 4】

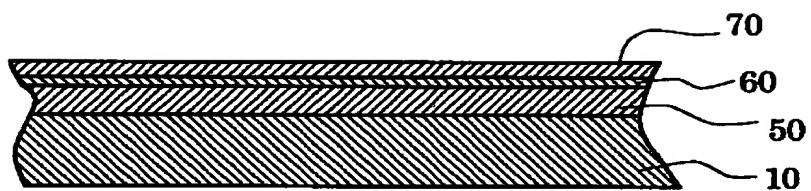
(a)



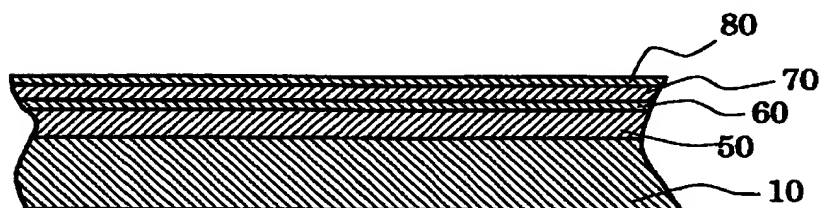
(b)



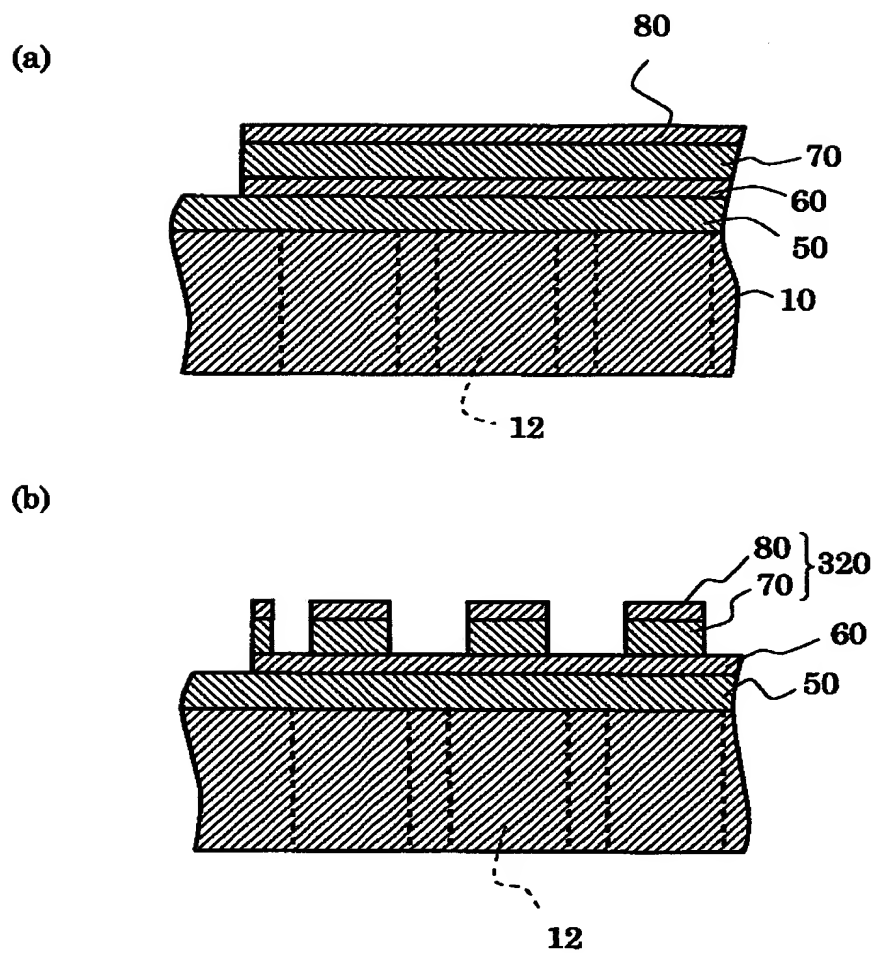
(c)



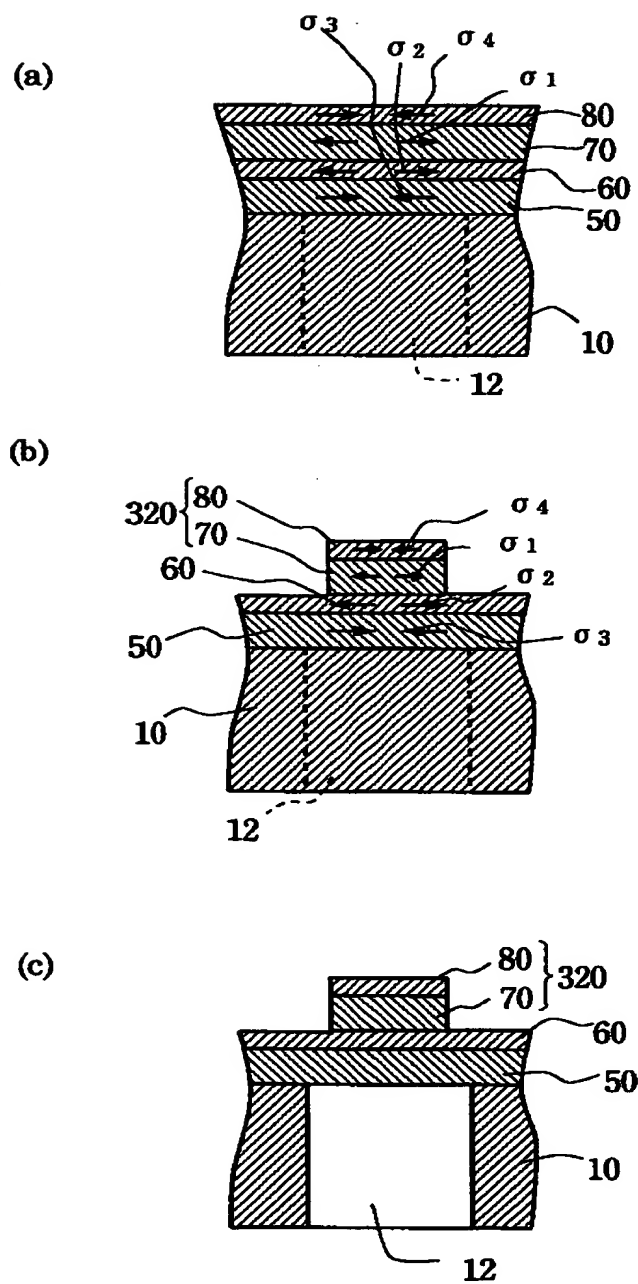
(d)



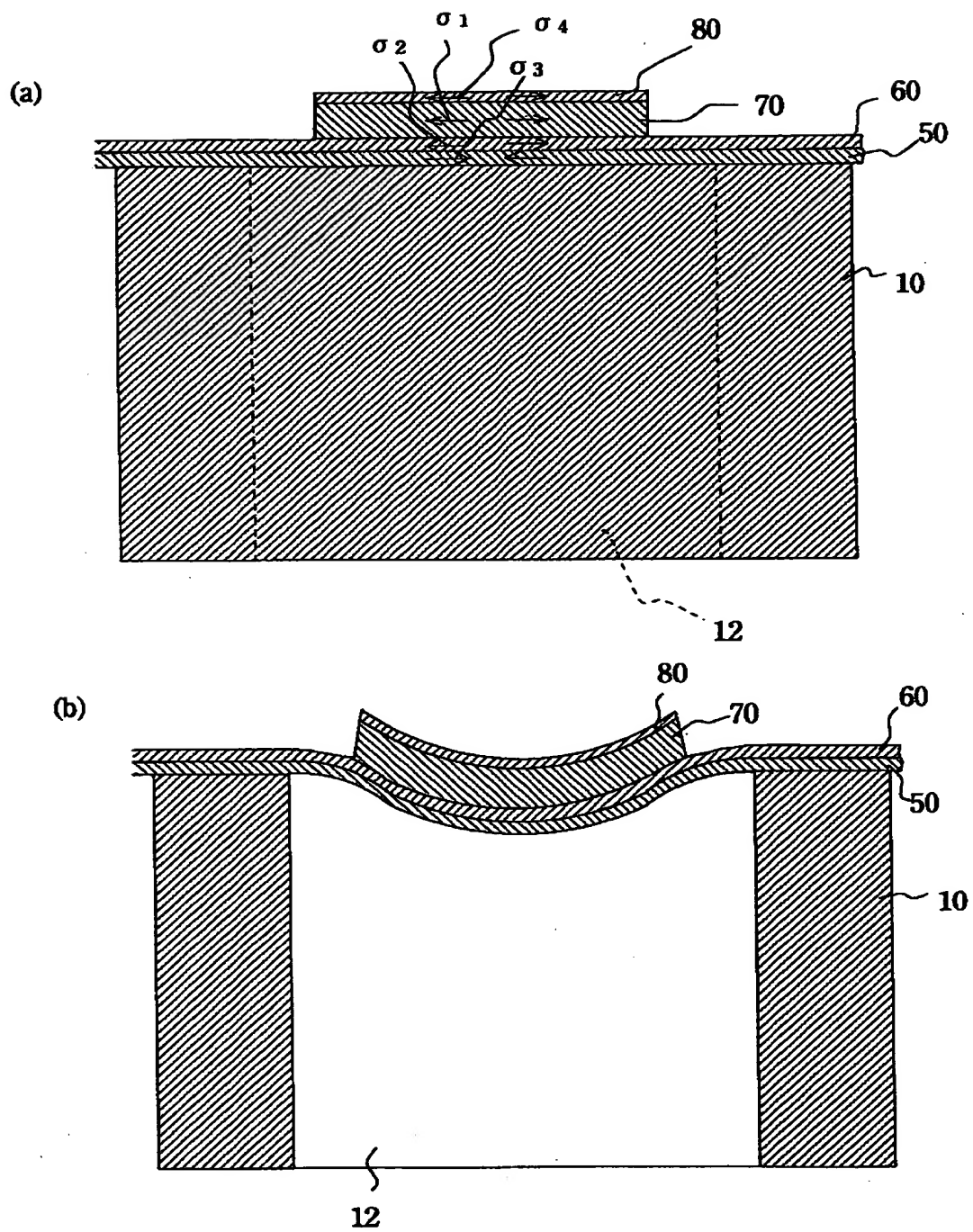
【図 5】



【図 6】

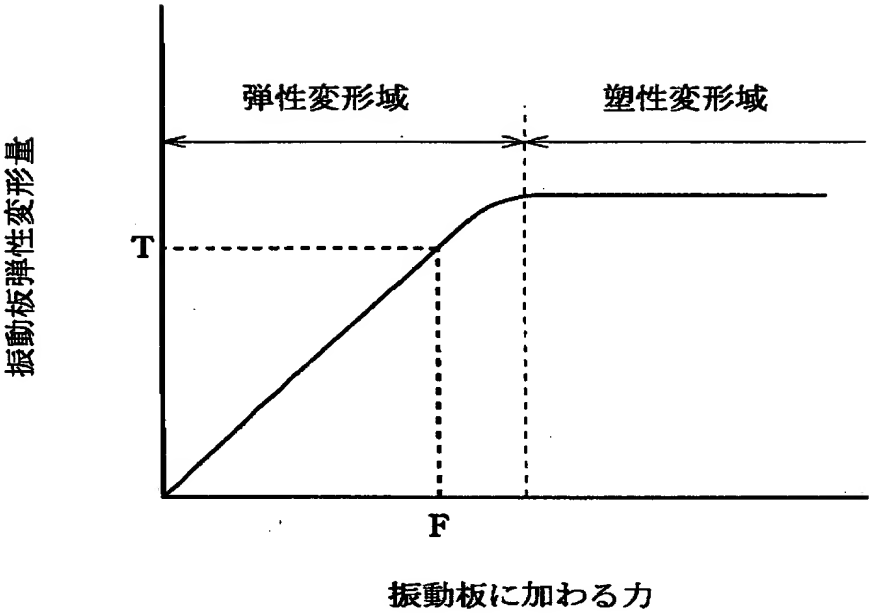


【図 7】

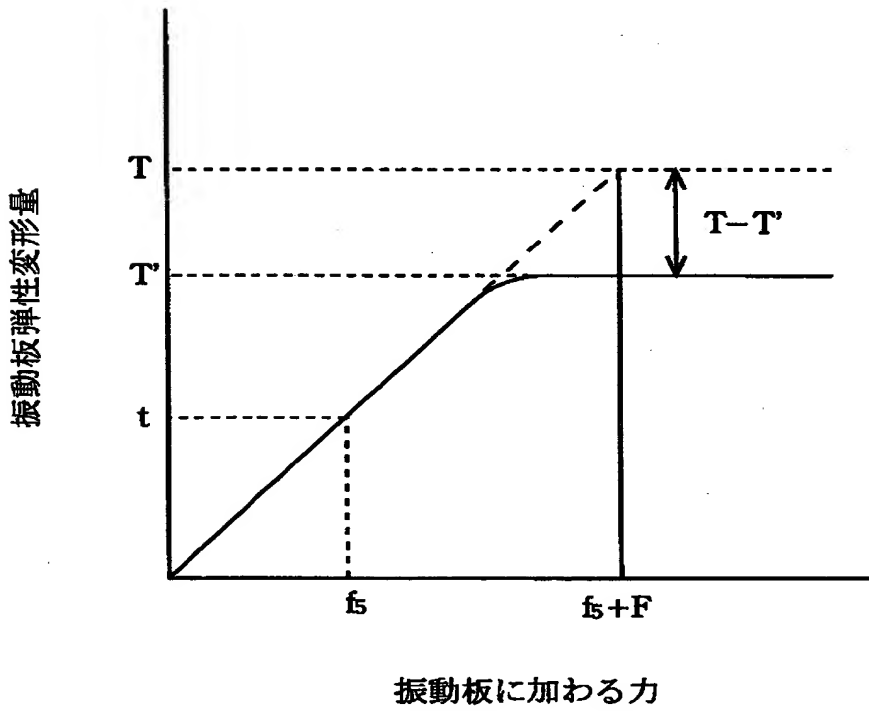


【図 8】

(a)

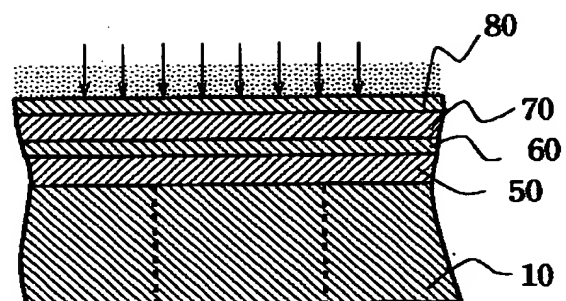


(b)

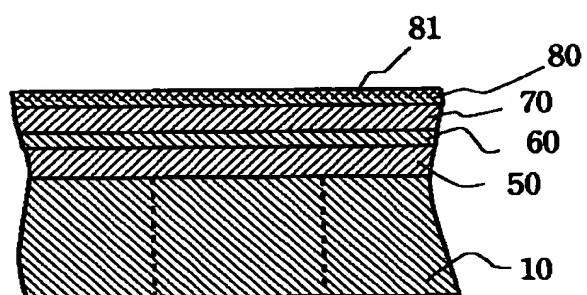


【図 9】

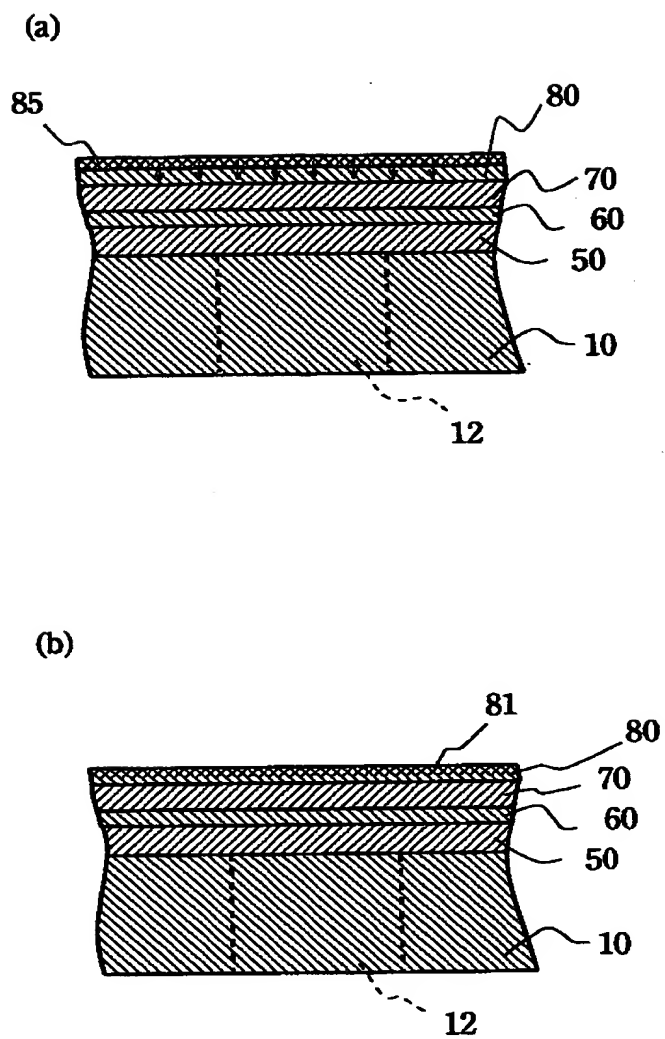
(a)



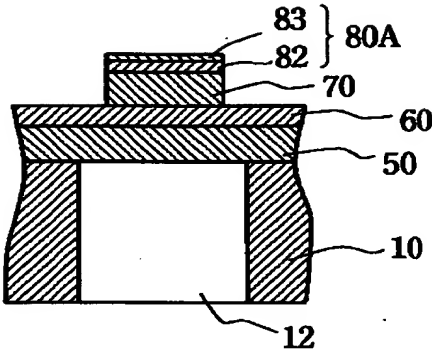
(b)



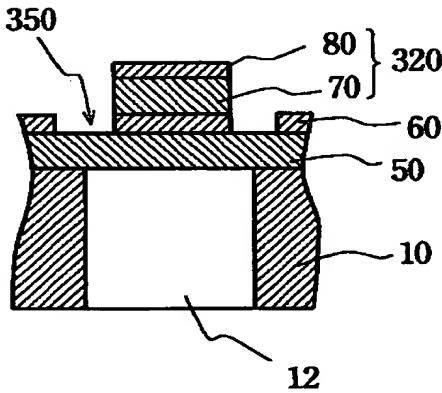
【図 10】



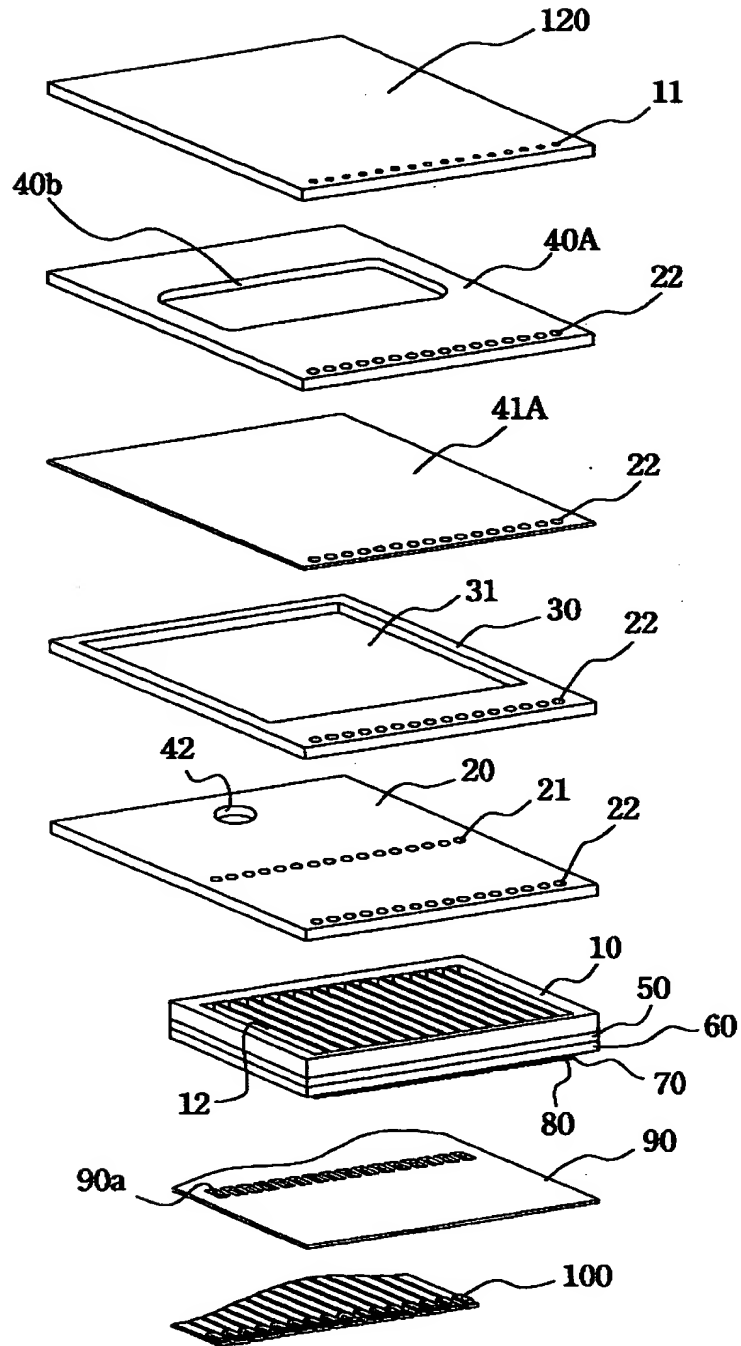
【図 1 1】



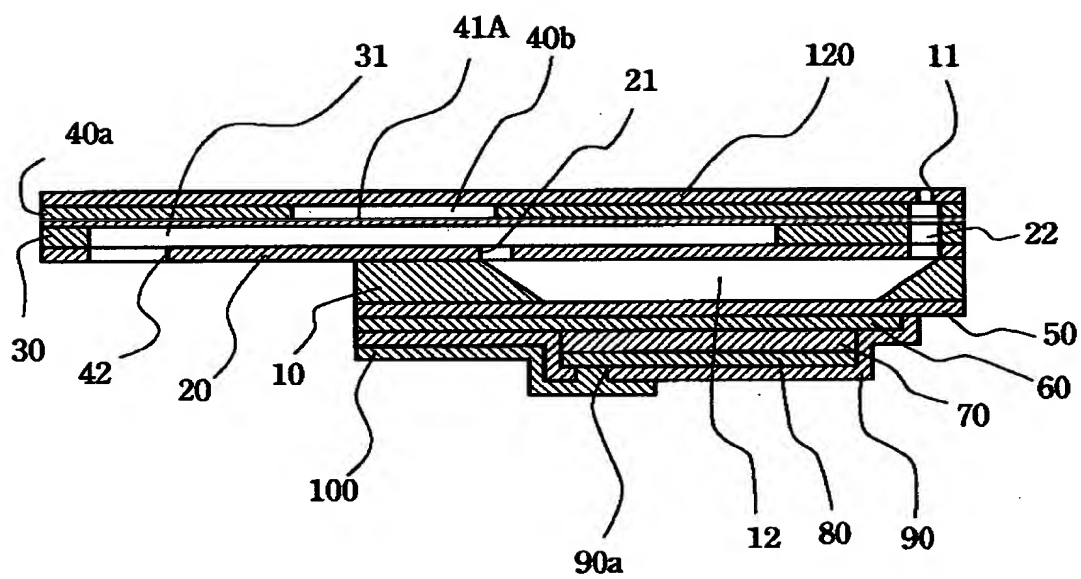
【図 1 2】



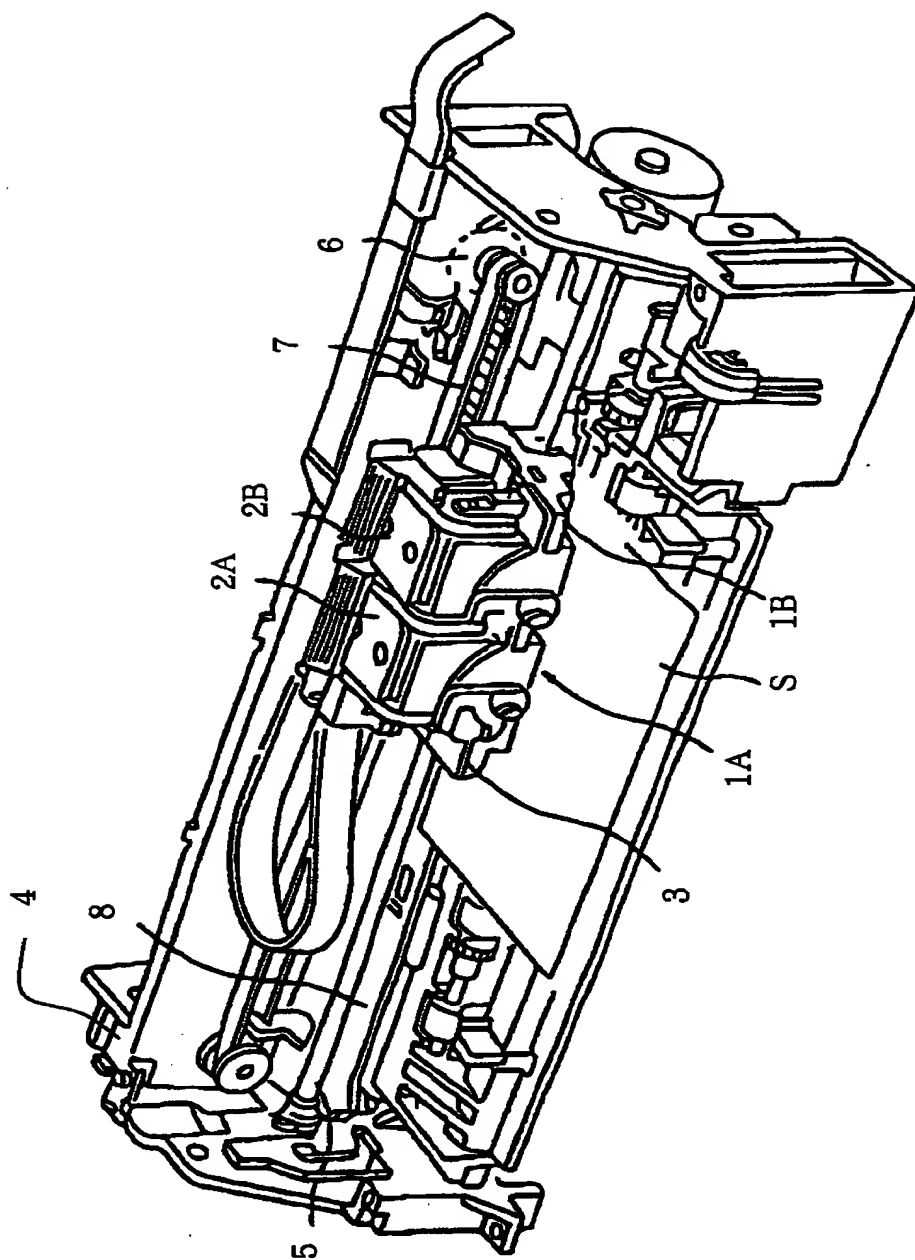
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動板の初期撓み量を抑えたインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成する弾性膜 50 と、該弾性膜 50 上に設けられた下電極 60 と、該下電極 60 上に形成された圧電体層 70 と、該圧電体層 70 の表面に形成された上電極 80 とを備え、前記圧力発生室 12 に対応する領域に圧電振動子 300 を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記上電極 80 が、少なくとも前記圧電振動子 300 をパターンニング前に圧縮応力を有することにより、弾性膜及び下電極からなる振動板の初期変形が低減する。

【選択図】 図 6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100101236
【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿 1 丁目 5 番 2 号 こうげつビル
5 階 栗原国際特許事務所
【氏名又は名称】 栗原 浩之

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名	セイコーエプソン株式会社